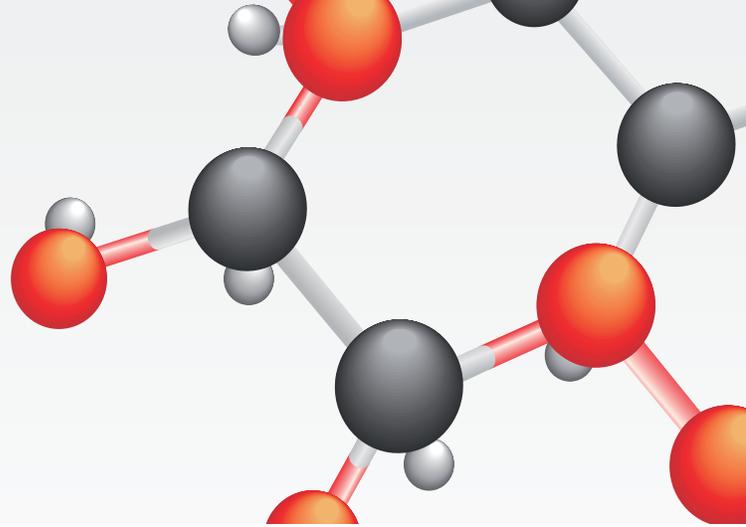


LES NANOTECHNOLOGIES DANS LE BIOALIMENTAIRE

VEILLE TECHNIQUE
ET SCIENTIFIQUE



NUMÉRO 20 | JUILLET 2016

1 La *Food Standards Australia New Zealand* (FSANZ) rend public un rapport concernant l'innocuité des nanoparticules alimentaires

3 Attitude des consommateurs et nanotechnologies

5 Toxicité et nanoparticules

8 La nanoencapsulation : des résultats prometteurs

10 Nouvelles brèves

14 Activité à venir

15 Aussi parus récemment...

La *Food Standards Australia New Zealand* (FSANZ) rend public un rapport concernant l'innocuité des nanoparticules alimentaires

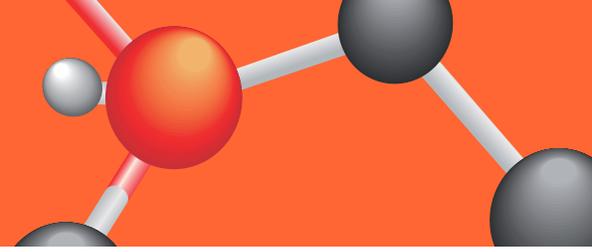
Collaboration de M^{me} Anick Poirier, étudiante en agroéconomie à l'Université Laval

La *Food Standards Australia New Zealand* (FSANZ) est l'agence gouvernementale responsable d'approuver l'ensemble des produits commercialisés pour la consommation humaine. Elle a récemment mandaté la firme de consultants spécialisée en toxicologie ToxConsult Pty Ltd pour dresser un portrait de l'utilisation alimentaire des nanotechnologies en Australie et en Nouvelle-Zélande. À la suite de ce travail de recension, deux rapports portant respectivement sur les nanoparticules présentes dans les emballages et sur l'utilisation de nanoparticules comme additifs alimentaires ont été rendus publics le 6 juin dernier.

Nanoparticules et emballages alimentaires

Les chercheurs responsables de ce rapport n'ont pas pu déterminer avec certitude si des nanomatériaux entrent dans la composition des emballages alimentaires que l'on trouve en Australie et en Nouvelle-Zélande. Même si aucune compagnie n'a demandé de brevets australiens ou néo-zélandais, la présence de ces produits ne peut être exclue, puisque plusieurs partenaires commerciaux comme les États-Unis et l'Union européenne ont délivré des brevets et exportent des produits alimentaires dans ces deux pays. Les chercheurs se sont donc penchés sur la potentielle toxicité de la nanoargile et du nanoargent que pourraient contenir les emballages alimentaires.

En ce qui concerne les particules de nanoargent qui sont intégrées dans les emballages pour leurs propriétés antibactériennes, leur nature nanoscopique ne leur conférerait pas de caractéristiques modifiant leurs attributs toxicologiques. De plus, la majorité des études consultées pour la préparation de ce rapport faisait état d'un taux de migration inférieur à 0,05 mg Ag/kg d'aliments, ce qui correspond à un très faible risque d'exposition. Des conclusions semblables sont tirées pour les particules de nanoargile.



Par ailleurs, les auteurs du rapport soulignent que même si les études actuelles indiquent que la consommation d'aliments préservés avec ce type d'emballage n'occasionne qu'une faible exposition aux nanoparticules et qu'aucune évidence ne démontre que cette exposition peut causer des problèmes de santé, ces résultats doivent être considérés avec prudence. En effet, les techniques analytiques qui permettent de mesurer la quantité de nanoparticules dans les aliments font encore l'objet de beaucoup d'incertitude. De plus, les auteurs recommandent la réalisation d'études supplémentaires sur la migration de nanoparticules tierces qui proviendraient de la nanoargile, puisque peu de données sont disponibles à ce sujet.

Additifs alimentaires

Les auteurs commencent leur second rapport en mentionnant que l'exposition du système digestif à des nanoparticules n'est pas une nouveauté en soi. Comme certains produits alimentaires en contiennent naturellement (par exemple le lait), cela fait plutôt partie d'un phénomène évolutif auquel contribue le développement des nouvelles technologies alimentaires.

Les auteurs ont donc décidé de concentrer leurs recherches sur les risques associés au dioxyde de titane (TiO_2), au nanoargent (nanoAg) et à la silice sublimée (SiO_2), des nanoparticules insolubles et inorganiques utilisées fréquemment comme additifs alimentaires.

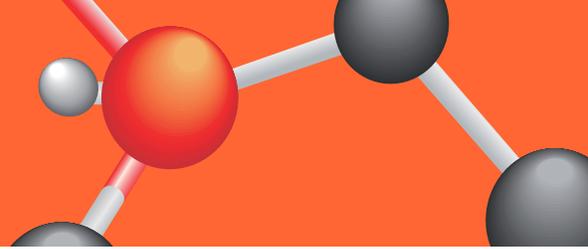
Les données qu'ils ont analysées leur ont permis de conclure que jusqu'à maintenant, la silice sublimée, le dioxyde de titane et le nanoargent ont été utilisés de façon sécuritaire dans le secteur alimentaire. Aucune évidence raisonnable ne leur permet de conclure que l'ingestion orale de ces additifs est associée à l'accroissement des risques de développer des problèmes de santé. Finalement, même si l'ajout de nanoargent comme additif alimentaire est approuvé par la FSANZ, il n'est permis que pour les confiseries, les spiritueux et les liqueurs.

En plus de présenter une recension des différents nanomatériaux utilisés dans le secteur alimentaire, ces rapports permettent à la FSANZ de maintenir une approche législative basée sur des évidences scientifiques. Précédemment, afin d'intégrer une stratégie de gestion concernant les risques associés aux nanotechnologies alimentaires dans les lignes directrices qu'elle utilise pour l'approbation des nouveaux aliments (*Australia New Zealand Food Standards Code*), la FSANZ a collaboré avec le *National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme* et l'Institut d'agriculture de Tasmanie. ■

Références :

DREW, R. *et al.* (2016). *Potential Health Risks Associated with Nanotechnologies in Existing Food Additives*. Rapport produit pour la Food Standards Australia New Zealand. 108 pages [En ligne] <http://www.foodstandards.gov.au/publications/Documents/Safety%20of%20nanotechnology%20in%20food.pdf>.

DREW, R. *et al.* (2016). *Nanotechnologies in Food Packaging: an Exploratory Appraisal of Safety and Regulation*. Rapport produit pour la Food Standards Australia New Zealand. 75 pages [En ligne] <http://www.foodstandards.gov.au/publications/Documents/Nanotech%20in%20food%20packaging.pdf>.



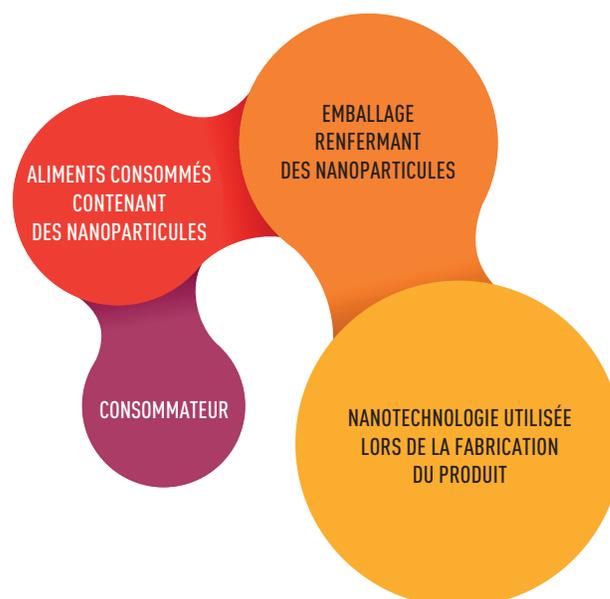
Attitude des **consommateurs** et **nanotechnologies**

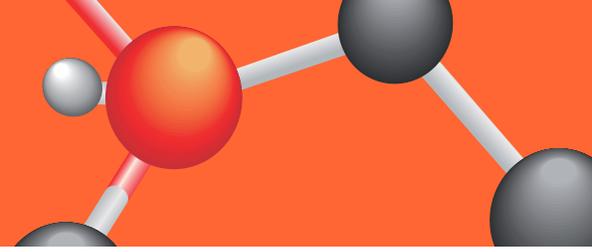
Collaboration de M^{me} Anick Poirier, étudiante en agroéconomie à l'Université Laval

Le risque d'un accueil mitigé semblable à celui qui est réservé aux aliments issus du génie génétique a freiné de façon importante la commercialisation d'aliments issus des nanotechnologies. Or, en 2014, une équipe formée de chercheurs de l'Université de Caroline du Nord et de l'Université du Minnesota a démontré que les aliments dérivés des nanotechnologies sont mieux acceptés socialement que ceux issus du génie génétique. Ces résultats sont venus réfuter l'hypothèse selon laquelle il existe une néophobie généralisée à l'ensemble des produits alimentaires et ont incité d'autres groupes de chercheurs à étudier les facteurs menant à l'acceptabilité sociale de nouvelles technologies. C'est ainsi qu'en 2016, un groupe de chercheurs néerlandais s'est penché sur la relation entre la distance psychologique que les consommateurs perçoivent et l'attitude de ces derniers.

Distance et innovation : même perception pour toutes les nanoparticules

Selon les auteurs, lorsque le consommateur est informé que la fabrication d'un produit alimentaire implique l'usage d'une technologie auquel il n'est pas familier, il tente tout d'abord de déterminer l'« écart physique » qui le sépare de cette technologie. Les auteurs définissent ce concept comme la distance psychologique entre l'innovation et le consommateur. Ainsi, aux yeux de ce dernier, l'utilisation de la nanotechnologie lors de la transformation de l'aliment ainsi que la présence de nanoparticules dans l'emballage alimentaire ou dans l'aliment lui-même forment un continuum d'applications qui se rapproche de plus en plus de lui.





Ainsi, dans le but de mieux comprendre les réactions du consommateur par rapport aux nanotechnologies et d'isoler l'influence de la distance psychologique, ce groupe de chercheurs en marketing et en comportement du consommateur a proposé quatre versions d'un contenant de jus d'orange, un produit alimentaire usuel. Pour trois produits fictifs, l'utilisation de nanotechnologies lors de la transformation, comme composante de l'emballage ou comme additifs alimentaires, était mentionnée sur l'emballage. L'emballage du dernier produit, quant à lui, ne portait aucune mention.

Les chercheurs ont demandé aux 141 participants d'observer l'emballage fictif qui leur était présenté, puis de remplir une échelle d'attitudes par rapport à ce produit.

Les résultats obtenus ont confirmé que l'appréhension des risques change significativement en fonction de la distance psychologique perçue entre l'innovation et le sujet. Toutefois, la perception d'avantages, quant à elle, ne semble pas être modifiée. Selon les auteurs, ces résultats permettent de supposer que lorsque le consommateur est plus impliqué dans l'utilisation d'une nouvelle technologie, la perception des risques prend plus d'importance que celle des avantages dans le processus décisionnel. Ainsi, puisque le sujet joue un rôle plus actif, le choix de consommer un aliment dont les ingrédients comprennent des nanoparticules ne repose pas sur le même modèle décisionnel que l'achat d'un produit ayant été fabriqué à l'aide d'une nanotechnologie.

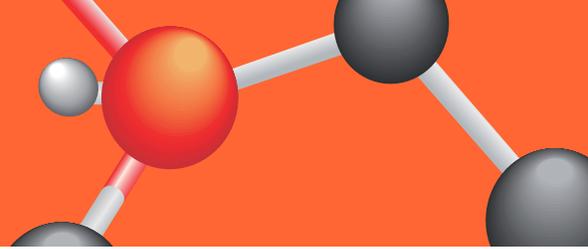
Comme les consommateurs manifestent plus de réticence envers l'ajout de nanoparticules dans les aliments qu'envers leur utilisation dans les emballages ou la fabrication, ces auteurs néerlandais avancent que la rentabilité du secteur nanoalimentaire dépend du développement d'applications ayant plus d'avantages concrets et directs pour les consommateurs.

Finalement, les auteurs mentionnent que l'évaluation de la plupart des caractéristiques plus familières, comme le goût, la couleur ou le format, n'est pas influencée par la présence d'une mention sur les nanotechnologies. En effet, dans le cadre de cette étude expérimentale, seul le prix du produit a été perçu un peu plus négativement lorsque l'utilisation de nanotechnologies était mentionnée sur l'emballage. ■

Référence :

YUE, C. *et al.* (2014). *Heterogeneous Consumer Preferences for Nanotechnology and Genetic-modification Technology in Food Products*. *Journal of Agricultural Economics* 66(2): 308-328.

STEENIS, N. D. *et al.* (2016). *Consumer attitudes towards nanotechnology in food products: an attribute-based analysis*. *British Food Journal* 118(5): 1254-1267.

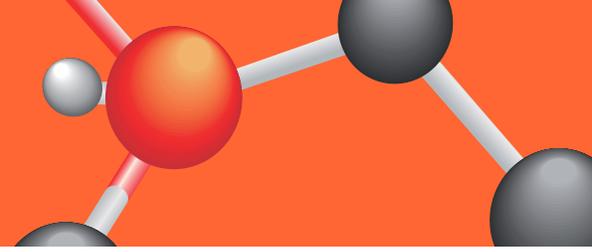


Toxicité et nanoparticules

Collaboration de M^{me} Anick Poirier, étudiante en agroéconomie à l'Université Laval

Le titane, l'argent, le zinc, le fer et le calcium sont les éléments les plus susceptibles d'être trouvés sous la forme de nanoparticules dans les aliments. En effet, actuellement, les applications de la nanotechnologie sont régies par Santé Canada en vertu du Règlement sur les aliments et drogues, comme le sont les aliments traditionnels. Parallèlement à l'application de cette réglementation, tant les chercheurs indépendants que ceux de Santé Canada examinent et évaluent, au cas par cas, les risques pour la santé des produits alimentaires à base de nanotechnologies, puisqu'il s'agit d'un domaine nouveau. Toutefois, selon deux équipes de recherche indépendantes de la Grèce et de l'Inde, une meilleure connaissance des techniques de traçabilité et des caractéristiques physico-chimiques des nanoparticules utilisées seraient nécessaire pour assurer plus de sécurité.





Le défi de la variabilité

Pour les composés chimiques de plus grande taille, la connaissance de la formulation chimique et de la pureté permet de prédire les réactions biologiques. Toutefois, dans le cas de la nanoparticule, une caractérisation plus complète comprenant la distribution granulométrique, la porosité, l'état d'agrégation, la cristallinité et la nature des charges superficielles est nécessaire pour permettre l'étude toxicologique de celle-ci. Malgré la difficulté de l'exercice, la nécessité d'effectuer une caractérisation plus exhaustive des nanoparticules fait généralement consensus entre les différents experts en toxicologie. C'est d'ailleurs pourquoi certains organismes responsables d'assurer la sécurité du public s'impliquent dans ce champ de recherche. Ainsi, en 2014, les chercheurs de Santé Canada ont produit et caractérisé un éventail de nanoparticules de silice, dont les tailles variaient de 25 à 600 nm, dans le but d'examiner ultérieurement leurs propriétés toxicologiques.

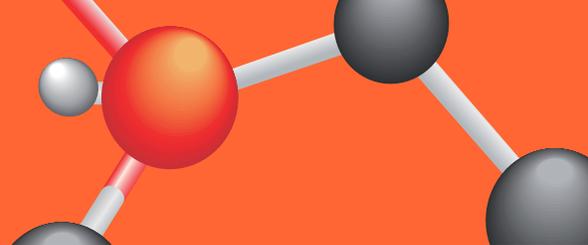
La provenance des nanoparticules peut influencer grandement leur toxicité. Par exemple, les nanopolymères^{NOTE} fabriqués en laboratoire possèdent des propriétés différentes des nanomatériaux naturels, ce qui modifie leurs interactions avec le milieu cellulaire. En effet, alors que les nanopolymères cationiques peuvent pénétrer les cellules via les pores membranaires, il leur est plus difficile d'en ressortir puisqu'ils ne peuvent traverser les doubles membranes lipidiques. Par conséquent, un déséquilibre ionique peut s'en suivre menant potentiellement à la mort de la cellule.

NOTE :

Un nanopolymère de synthèse est un type particulier de nanomatériaux formés de nanoparticules dispersées dans une matrice de polymère.

Selon un rapport de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) paru en 2014, l'intégration de nanopolymères synthétiques dans la conception des emballages est l'utilisation la plus courante de ces nanomatériaux dans le secteur alimentaire. Ces derniers ne sont que très rarement employés comme ingrédients.

L'établissement de la toxicité potentielle des nanoparticules requiert non seulement l'étude de leurs caractéristiques exhaustives, mais aussi l'utilisation de techniques de traçabilité permettant de suivre la nanoparticule du début de la fabrication du produit alimentaire jusqu'à la fin du tractus alimentaire. Or, les techniques permettant d'imager certaines nanoparticules, lorsque celles-ci sont intégrées dans la matrice alimentaire, ne sont pas encore au point. Si l'identification des nanoparticules à l'aide de marqueurs radioactifs peut bel et bien contribuer à la traçabilité des nanoparticules organiques, le marqueur lui-même peut provoquer une modification des caractéristiques physico-chimiques des nanoparticules marquées. Par conséquent, les observations effectuées grâce à des nanomolécules marquées ne permettent pas de prédire avec exactitude le comportement des nanoparticules qui seraient ajoutées aux aliments sans marqueur radioactif.



Références :

DREW, R. *et al.* (2016). *Potential Health Risks Associated with Nanotechnologies in Existing Food Additives*. Rapport produit pour la Food Standards Australia New Zealand. 108 pages [En ligne] <http://www.foodstandards.gov.au/publications/Documents/Safety%20of%20nanotechnology%20in%20food.pdf>.

JAIN, A. *et al.* (2016). *Nanomaterials in Food and Agriculture: An overview on their safety concerns and regulatory issues*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2016.1160363>.

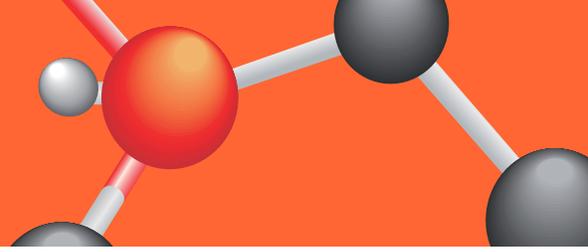
PIPERIGKOU, Z. *et al.* (2016). *Emerging aspects of nanotoxicology in health and disease: From agriculture and food sector to cancer therapeutics*. Food and Chemical Toxicology. 91: 42-57.

SANTÉ CANADA. (2014). *Nanotechnologie : synthèse et caractérisation physicochimique des nanoparticules mésoporeuses*. [En ligne] : <http://www.hc-sc.gc.ca/sr-sr/pubs/proj/nano-fra.php>.

PETERS, R. *et al.* (2014). *Inventory of Nanotechnology applications in agricultural, feed and food sector*. EFSA Supporting Publications. 11(7). DOI: 10.2903/sp.efsa.2014.EN-621. [En ligne] : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2014.EN-621/abstract>.

Malgré l'étendue du travail qu'il reste à accomplir, les récents progrès techniques permettent la traçabilité des nanomolécules inorganiques et la prédiction de leurs effets dans les systèmes biologiques. Entre autres choses, l'oxyde de silice (SiO₂), un additif alimentaire utilisé depuis près d'une décennie, est l'une des nanoparticules dont le caractère toxicologique est de mieux en mieux compris. En effet, à la suite de multiples analyses toxicologiques, les chercheurs ont conclu que plus cette nanoparticule est petite et chargée négativement, plus elle est susceptible d'avoir un effet immunosuppresseur en diminuant la production de cytokines, des glycoprotéines responsables de l'activation des réactions inflammatoires. Variant entre 50 et 200 nm, la taille des nanoparticules de SiO₂ trouvées dans les aliments est suffisamment importante pour ne pas compromettre l'équilibre du système immunitaire.

En conclusion, l'apport des sciences fondamentales dans la caractérisation des nanomatériaux ne doit donc pas être pris à la légère, car ce sont les caractéristiques physico-chimiques des nanoparticules qui leur confèrent leur potentiel de toxicité. Alors que plusieurs applications novatrices sont envisageables pour les nanomolécules organiques, la mise au point de nouvelles technologies d'imagerie, de traçabilité et de caractérisation est nécessaire pour s'assurer que l'ajout de ces nanomolécules est fait de façon sécuritaire. ■



La nanoencapsulation : des résultats prometteurs

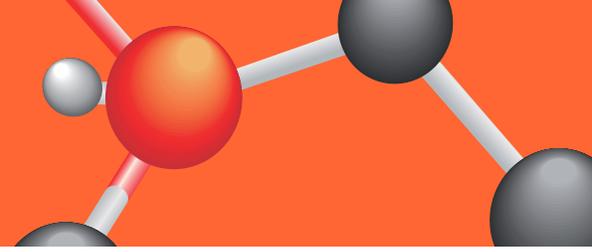
Collaboration de M^{me} Anick Poirier, étudiante en agroéconomie à l'Université Laval

Créant une barrière qui inhibe les réactions chimiques involontaires, l'encapsulation assure la protection des molécules bioactives jusqu'au lieu de libération souhaité. La mise au point de nanomatériaux plus sécuritaires pour la consommation humaine et la maîtrise de techniques de fabrication moins coûteuses permettent d'envisager l'utilisation de l'encapsulation, qui est issue du domaine pharmaceutique, dans le secteur de l'alimentation. En plus de susciter de l'intérêt parmi les fabricants d'aliments fonctionnels, la nanoencapsulation vitaminique est dans la mire des transformateurs alimentaires. En effet, la disponibilité de suppléments vitaminés ayant une influence minime sur les propriétés organoleptiques du produit final pourrait faciliter la restauration des caractéristiques nutritives des ingrédients qui peuvent être perdues pendant les étapes de transformation industrielle.

Micro ou nano : une question de taille

Lors du processus d'encapsulation, selon leurs caractéristiques et le lieu de libération souhaité, les molécules vitaminiques seront pourvues d'une membrane, d'un transporteur ou d'un recouvrement qui les protégeront de l'environnement externe. Les techniques conventionnelles de microencapsulation permettent d'obtenir des capsules dont la taille varie entre 5 et 300 μm . Avec ces méthodes, bien que l'intégrité de la molécule soit assurée, la taille de la capsule restreint le passage à travers certaines membranes. De plus, pour les transformateurs, l'ajout de vitamines microencapsulées peut représenter un défi de taille, puisque celles-ci ont un effet sur les propriétés organoleptiques du produit.

Permettant une meilleure dispersion des additifs alimentaires hydrophobes durant la fabrication et l'entreposage, les nanoparticules possèdent plusieurs caractéristiques qui en font des composés prisés par l'industrie alimentaire depuis déjà quelques années. Toutefois, dans le cas des suppléments vitaminés, la conception de nanocapsules ayant une morphologie adéquate a longtemps été jugée trop complexe par rapport aux avantages qu'elle procure. Or, le développement de nouveaux biopolymères et une meilleure maîtrise des procédés de fabrication rendent maintenant la nanoencapsulation plus accessible.



Puisque le passage à l'échelle nanométrique permet une meilleure dispersion des additifs alimentaires hydrophobes, l'utilisation des nanotechnologies présente de multiples avantages pour l'industrie alimentaire. En effet, l'utilisation des nanomolécules changent les propriétés physico-chimique ce qui permet non seulement de formuler des solutions de vitamines transparentes qui s'intègrent mieux dans les boissons, mais aussi de modifier la pharmacocinétique des molécules. Entre autres choses, la nanoencapsulation de composés hydrophobes à l'aide de micelles de caséine (de 60 à 300 nm) permet une meilleure absorption intestinale que leur microencapsulation, car le passage à travers la membrane est facilité par la petite taille de la nanocapsule. Comme la biodisponibilité des composés s'en trouve augmentée, il est possible d'utiliser moins de vitamines tout en obtenant un dosage *in vitro* équivalent. De plus, comme la quantité de vitamines à enrober est moins importante, moins de composés seront nécessaires pour l'encapsulation. Le coût de production est donc revu à la baisse.

Quoi de neuf?

En plus de faciliter une libération ciblée et de favoriser l'absorption des composés actifs, le recours aux nanomatériaux permet de mettre au point des procédés pharmaceutiques moins énergivores. Cette quête d'efficacité énergétique a justifié beaucoup de travaux sur les nanoémulsions spontanées. L'émulsion est un procédé consistant à disperser dans une solution des molécules qui ne se mélangent pas spontanément. Jusqu'à maintenant, cette technique nécessitait

de grandes quantités d'énergie pouvant provenir de l'agitation ou d'ultrasons. En 2016, au moyen d'un surfactant non ionique (le Span 80), une équipe de chercheurs iraniens a réalisé une série de deux émulsions spontanées d'acide folique dans de la maltodextrine, une protéine du blé.

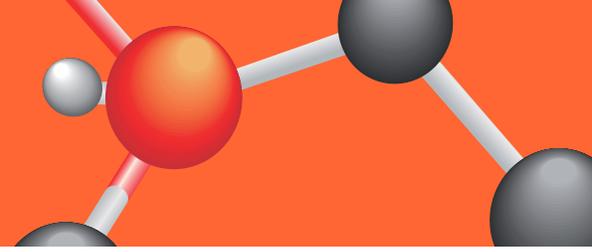
La combinaison de différents biopolymères offre aussi une avenue prometteuse pour la mise au point de nouveaux nanotransporteurs. Récemment, une équipe du centre de recherche de Rennes, en France, a assemblé de la β -lactoglobuline et de la lactoferrine de façon à créer un enrobage pour de la vitamine B₉. Ce nanoencapsulage obtenu par agrégation et coacervation s'est avéré efficace pour assurer la conservation de la vitamine B₉ dans de multiples environnements

Des résultats prometteurs

Selon l'ensemble des équipes de recherche dont les travaux ont été présentés ici, les résultats concernant l'utilisation de nanomatériaux pour réaliser l'encapsulation de vitamines sont concluants, puisque les agents actifs ont été mieux conservés qu'avec les techniques habituelles. Alors que d'autres études demeurent nécessaires pour déterminer notamment les niveaux de nanotoxicité, les différents chercheurs s'entendent pour dire que la nanoencapsulation est susceptible d'avoir des retombées positives tant pour le consommateur, qui profitera d'aliments plus nutritifs, que pour l'industrie alimentaire. Ils prévoient même sa commercialisation dans un futur proche. ■

Référence :

KATOUZIAN, I. *et al.* (2016). *Nano-encapsulation as a promising approach for targeted delivery and controlled release of vitamins.* Trend in Food Science & Technology 53: 34-48.



Nouvelles brèves

Mise au point d'un biocapteur détectant la présence de Fe^{3+} dans le vin

Le fer est l'un des micronutriments dont la présence est la plus difficile à quantifier puisqu'il ne se trouve qu'en très faible concentration dans les aliments. Or, sa détection peut contribuer à améliorer les propriétés organoleptiques des produits alimentaires, étant donné que la présence de fer peut contribuer à accélérer le processus d'oxydation. Le fait de pouvoir prévoir cette réaction chimique et d'en minimiser l'incidence est une priorité chez les producteurs de vin, puisque celle-ci favorise la formation d'un précipité et d'un goût âcre peu apprécié des œnologues.

Une équipe de chercheurs, issue d'un partenariat entre une université portugaise et une université espagnole, a mis au point un biocapteur jetable capable de détecter des concentrations de Fe^{3+} variant entre 0,05 et 2 ng/ml dans des échantillons de vin. Ce biocapteur consiste en un transistor à effet de champs utilisant des nanotubes de carbone à simple paroi comme élément actif. Ainsi, c'est la combinaison de la transferrine, une glycoprotéine transportant le fer, et de nanotubes de carbone à simple paroi, une nanostructure unidimensionnelle, qui lui confère sa sensibilité et sa sélectivité pour les molécules de fer.

En outre, ce nouvel instrument de mesure ne réduit pas seulement le temps nécessaire pour quantifier la présence de fer dans les échantillons liquides, mais aussi le nombre de manipulations. Contrairement aux méthodes d'absorptiométrie standards, l'usage de ce capteur ne nécessite pas la minéralisation du produit testé.

Source :

BENITEZ, P. *et al.* (2002). *Removal of iron, copper and manganese from white wines through ion exchange techniques: effects on their organoleptic characteristics and susceptibility to browning.* *Analytica Chimica Acta* 458 (1): 197-202.

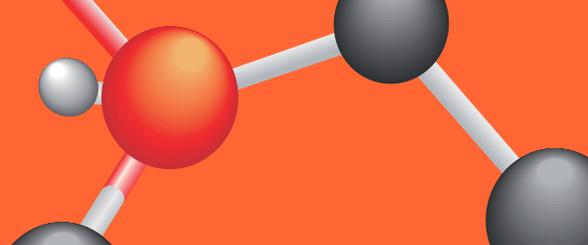
CÀMARA-MARTOS, F. *et al.* (2016). *Disposable biosensor for detection of iron (III) in wine.* *Talanta* 154: 80-84.

Nanoparticules d'argent libérées d'emballages alimentaires commerciaux en plastique

Les nanoparticules d'argent (NpAg) peuvent être utilisées dans des produits de consommation afin de tirer profit de leurs propriétés antimicrobiennes. Cependant, la migration potentielle des NpAg dans la nourriture et l'exposition des consommateurs qui s'en suit n'ont guère été abordées. Des chercheurs de l'université du Danemark ont étudié quatre marques commerciales de contenants en plastique servant au stockage des aliments. Leur objectif était de mesurer la quantité totale de NpAg, la taille des particules et les taux de migration potentiels en présence d'une solution à base d'eau, d'alcool ou de vinaigre sur une période de 10 jours à 40 °C. Le dispositif expérimental a été établi conformément au Règlement de la Commission européenne (UE 10/2011) pour les articles qui entrent en contact avec les aliments. La quantité totale d'argent a été mesurée au moyen d'une analyse par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS). La taille des particules migrées, quant à elle, a été étudiée par ICP-MS et par spectroscopie à dispersion d'énergie (TEM-EDS). Les résultats expérimentaux démontrent que l'argent peut migrer dans les aliments, en particulier lorsqu'il est en contact avec des substances plus acides. La masse totale et la taille médiane des NpAg rejetées étaient généralement plus élevées dans la solution vinaigrée pour trois des quatre marques de contenants de nourriture. La plus forte migration a été observée dans l'acide acétique, avec une libération totale d'argent atteignant jusqu'à 3,1 ng/cm² après 10 jours.

Source :

MACKEVICA, A. *et al.* (2016). *Silver nanoparticle release from commercially available plastic food containers into food simulants.* *Journal of Nanoparticle Research* 18: 5.



Nouvelles brèves (suite)

Purification de l'eau avec des nanocomposantes d'argent-graphène : retrait des pesticides

Des chercheurs de Chennai en Inde ont travaillé sur l'élaboration d'un système pour la déhalogénéation des pesticides dans l'eau. Leur article publié dans le *Journal of Hazardous Materials* mentionne la possibilité de dégrader les pesticides et les composés halogénés organiques, qui sont généralement classés parmi les substances très toxiques. Un mécanisme en deux étapes est proposé : la déhalogénéation du composé par les nanoparticules d'argent, suivie de l'adsorption du composé dégradé sur un nanocomposite d'argent et d'oxyde de graphène. La versatilité du système a été démontrée par la dégradation de plusieurs composés aux structures différentes, dont le chlorpyrifos, l'endosulfane, le dichlorodiphényldichloroéthylène (DDE), les chlorocarbones et les fluorocarbones. Le nanocomposite a montré une bonne capacité d'adsorption, aussi élevée que 1534 mg/g. Contrairement à d'autres systèmes au graphène évalués pour la dépollution, celui-ci permet la dégradation complète et le retrait du produit toxique de l'eau. Il est également réutilisable.

Source :

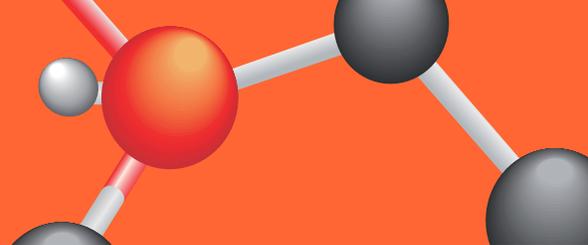
KOUSHIK, D. *et al.* (2016). *Rapid dehalogenation of pesticides and organics at the interface of reduced graphene oxide-silver nanocomposite*. *Journal of Hazardous Materials* 308: 192-198.

Réglementation des nanotechnologies alimentaires dans l'Union européenne : questions et défis politiques

Cet article publié dans *Trends in Food Science & Technology* traite en particulier de la réglementation des nanotechnologies, à savoir ce qui concerne les attitudes politiques se trouvant derrière les processus de décision des décideurs. Le document fait référence au cas de l'Union européenne (UE) en particulier. Il donne un aperçu des risques potentiels des nanotechnologies alimentaires et évalue la capacité des organismes de réglementation publics dans l'UE à encourager l'innovation tout en protégeant efficacement l'environnement et les droits de l'homme. Un cadre conceptuel est utilisé pour évaluer les positions politiques qui se situent au-delà des choix réglementaires actuels. Contrairement à l'opinion commune selon laquelle le retard réglementaire n'est attribuable qu'aux difficultés liées à la réalisation d'une évaluation rationnelle des risques, le document suggère que ce retard dépend aussi de l'attitude néolibérale de la politique européenne.

Source :

SODANO, V., *et al.* (2016). *Regulating food nanotechnologies in the European Union: open issues and political challenges*, *Trends in Food Science & Technology*. Sous presse. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.05.022



Nouvelles brèves (suite)

Tendances dans les systèmes d'emballages alimentaires antimicrobiens : sachets libérateurs et tampons absorbants

L'emballage antimicrobien actif interagit avec les aliments et l'espace libre pour réduire et retarder l'altération des produits, voire inhiber la croissance des microorganismes pathogènes. Les sachets libérateurs et tampons absorbants sont l'une des applications les plus réussies de cette catégorie d'emballages. Un article rédigé par une équipe de chercheurs brésiliens, colombiens et américains parle des récents développements dans ce secteur, des avantages et des inconvénients de ce type d'emballages, et des tendances futures. Il rend compte notamment de l'utilisation des nanoparticules d'argent (NpAg) et de cuivre (NpCu).

Les NpAg sont bien connues pour leur effet bactéricide, qui perturbe la perméabilité et la respiration membranaires des microorganismes. Les NpCu ont, quant à elles, attiré l'attention en raison de leur meilleur rapport coût-bénéfice comparativement aux NpAg. Les NpCu peuvent être incorporées facilement dans des matrices de polymères leur fournissant une stabilité chimique et physique supérieure. Les méthodes physiques ou chimiques pour incorporer ces deux types de nanoparticules dans la surface de la matière absorbante sont de plus en plus efficaces. Les tampons absorbants contenant des NpAg et des NpCu ont été utilisés, entre autres choses, pour la préservation du melon, des kiwis, des ananas et de la viande (volaille et bœuf). Les microorganismes contrôlés étaient principalement *E. coli*, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* spp., *S. aureus* et *Saccharomyces cerevisiae*.

Source :

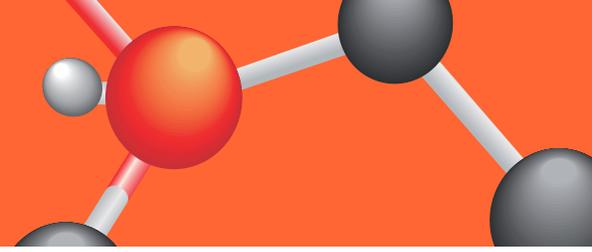
OTONI, C.G., et al. (2016). *Trends in antimicrobial food packaging systems: Emitting sachets and absorbent pads*. *Food Research International* 83: 60-73

Revue de la littérature sur la place de la nanocellulose en alimentation

La nanocellulose est un biopolymère de D-glucoanhydropyranose. Elle est synthétisée par des microorganismes comme les algues et les bactéries, par les tuniciers, de petits animaux marins, ainsi que par plusieurs végétaux. Trois chercheurs de la Faculté d'ingénierie de l'université *Pontificia Bolivariana* en Colombie ont réalisé une revue de la littérature faisant état du développement de la nanocellulose dans le domaine de l'alimentation. Alors que le potentiel de la nanocellulose végétale a été reconnu dès 1980, l'absence de moyens efficaces pour extraire ce biopolymère est l'une des causes avancées par les auteurs pour justifier le faible nombre de publications à ce sujet entre les années 1990 et 2010. L'augmentation de la popularité des nanotechnologies a contribué à recréer un engouement pour la nanocellulose. Par ailleurs, les auteurs mentionnent que les intérêts de recherche sont différents pour les deux périodes. Alors que les chercheurs des années 1980 concentraient leurs efforts sur la recherche d'applications, la nouvelle génération souhaite optimiser les processus qui permettent son extraction. Les auteurs concluent en soulignant que les recherches antérieures démontrent que la nanocellulose possède bel et bien des caractéristiques qui la rendent susceptible de faire partie de notre quotidien sous peu.

Source :

GOMEZ, C. et al. (2016). *Vegetable nanocellulose in food science: A review*. *Food Hydrocolloids* 57: 178-186.



Nouvelles brèves (suite)

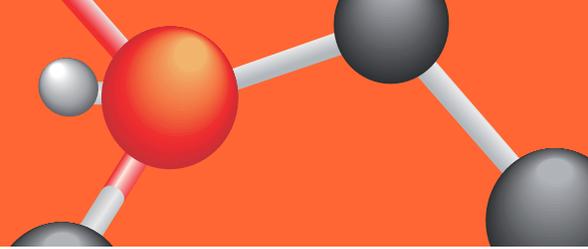
Nanoparticules magnétiques pour enlever la mycotoxine citrinine

Actuellement, environ 70 % des colorants utilisés dans les aliments transformés sont des colorants chimiques ordinaires. Au cours des dernières décennies, l'intérêt pour les colorants naturels obtenus à partir de plantes et de microorganismes a grandement augmenté. Les colorants naturels sont couramment utilisés dans les aliments tels que la viande, les bonbons, les jus de fruits, etc., et dans le domaine pharmaceutique, principalement dans l'encapsulation de principes actifs. Des champignons appartenant au genre *Monascus* sont une source prometteuse de colorants naturels. *Monascus*, également connu sous le nom de champignon rouge, produit au moins six pigments différents, et plus de 50 brevets sont disponibles sur la production de colorants avec ce microorganisme. De plus, la découverte de statines anti-cholestérol produites également par *Monascus* a poussé la recherche sur les utilisations médicales potentielles de ce champignon. Toutefois, en fonction des conditions de croissance, *Monascus* peut produire une mycotoxine, la citrinine. Plusieurs espèces des genres *Aspergillus* et *Penicillium* produisent aussi de la citrinine, ce qui comporte des risques pour la santé publique et animale à cause de la présence de

cette mycotoxine dans des aliments pour les humains et pour les animaux. Généralement, la citrinine se développe sur les plantes après la récolte (ex. : dans les grains entreposés), mais elle peut aussi être présente dans d'autres produits, tels que les haricots, les fruits, les herbes, les épices et les produits laitiers avariés. Comme la citrinine est néphrotoxique, son contrôle et sa détection de façon fiable dans les aliments sont importants pour la sécurité alimentaire. Une équipe de chercheurs italiens, tchèques et brésiliens a conçu une nouvelle méthode de détection à base de nanoparticules magnétiques de maghémite, une espèce minérale formée d'oxyde de fer. Ce système à base de nanoparticules (NPs) s'est avéré simple d'utilisation, car il ne nécessite aucun processus de modification supplémentaire des NPs ou l'ajout d'un revêtement superficiel spécial pour produire des suspensions colloïdales stables. De plus, la synthèse des NPs est entièrement réalisée dans l'eau sans aucun solvant. ■

Source :

MAGRO, M. et al. (2016). *Citrinin mycotoxin recognition and removal by naked magnetic nanoparticles*. *Food Chemistry* 203: 505-512.



Activité à venir...

13^e Congrès international sur les matériaux nanostructurés

XIII Congrès international sur les matériaux nanostructurés

7-12 août, 2016
Québec, Canada

NANO | 2016

Centre des congrès de Québec
1000, boulevard René-Lévesque Est, Québec (Québec)

En ligne : <http://www.nano2016.org/fr>

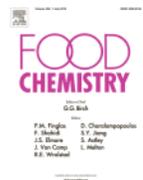
Le congrès NANO 2016, qui se tiendra au Centre des congrès de Québec, porte sur les récents progrès en matière de matériaux nanostructurés dans divers domaines, dont la chimie, la physique, la mécanique, la simulation numérique, les applications biomédicales et les techniques avancées de caractérisation. En plus de fournir un milieu d'échange stimulant, ce 13^e congrès international met l'accent sur le secteur nanobiotechnologique ainsi que sur la sécurité des nanomatériaux et leurs effets sur la santé. ■

Aussi parus récemment...



Un nouveau film de bionanocomposite avec de l'oxyde de zinc et des polysaccharides de soya pour des emballages antibactériens

AKBARIAZAM, M. *et al.* (2016). *International Journal of Biological Macromolecules* 89: 369-375.



Système de détection/extraction de métaux lourds dans l'eau et les aliments à base de nanotubes de carbone

GOUDA, A. A. et S.M. GHANNAM (2016). *Food Chemistry* 202: 409-416.



Un nouveau film de bionanocomposite à base de polysaccharide pullulane et de nanodioxyde de silicium pour les emballages alimentaires afin d'augmenter la durée de vie sur les tablettes

HASSANNIA-KOLAE, M. *et al.* (2016). *International Journal of Biological Macromolecules* 86: 139-144.



L'analyse psychométrique de l'échelle de néophobie vis-à-vis les nouvelles technologies alimentaires au Chili

SCHNETTLER, B. *et al.* (2016). *Food Quality and Preference* 49: 176-182.

Pour de plus amples renseignements sur le contenu de ce bulletin ou pour transmettre des informations ou des commentaires, vous pouvez vous adresser à :

Madame France Brunelle, biochimiste Ph. D., conseillère scientifique expert en biotechnologie

Direction de l'appui à la recherche et à l'innovation

200, chemin Sainte-Foy, 10^e étage, Québec (Québec) G1R 4X6



418 380-2100, poste 3196



418 380-2162



france.brunelle@mapaq.gouv.qc.ca

« Ce bulletin est destiné aux membres de la cellule de veille Nano et ne peut être diffusé sans l'autorisation préalable des responsables. »

SOYEZ DES NÔTRES À LA PROCHAINE
CELLULE DE VEILLE NANO

